



# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 834708

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 29.10.79 (21) 2832171/18-24

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.05.81. Бюллетень № 20

Дата опубликования описания 05.06.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 06 F 15/36

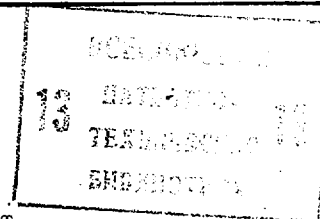
(53) УДК 681.3  
(088.8)

(72) Автор  
изобретения

А. Н. Морозевич

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



### (54) ВЕРОЯТНОСТНОЕ ДЕЛИТЕЛЬНО-МНОЖИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в специализированных вычислительных комплексах.

Известны делительные устройства нестохастического типа. Эти устройства работают по алгоритмам операции суммирования и по алгоритмам приближенного деления [1].

Такие устройства сложны по структуре и не обеспечивают достаточной точности вычисления.

Известно устройство стохастического типа, содержащее генератор псевдослучайных чисел, две схемы сравнения, первые входы которых соединены с выходом счетчика результата и входом счетчика делителя, ключевой элемент, входы которого подключены к выходам счетчика результата и счетчика делителя [2].

Недостаток этого устройства заключается в том, что для получения высокой точности вычисления необходимо большое число испытаний.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является устройство, содержащее генератор псевдослучайных чисел, два блока сравнения, первые входы ко-

2

торых объединены и подключены к выходу генератора псевдослучайных чисел, а выходы блоков сравнения подключены к первым входам четвертого и пятого ключевых элементов соответственно, при этом выход четвертого ключевого элемента подключен ко входу счетчика результата, выход которого соединен с первым входом третьего ключевого элемента, дополнительный счетчик делителя, вход которого подключен к первому входу устройства, а выход — ко вторым входам четвертого и пятого ключевых элементов, счетчик делителя, первый вход которого подключен ко второму входу устройства, а выход — ко второму входу третьего ключевого элемента, выход которого является выходом устройства. Устройство обеспечивает более высокую точность вычисления за счет снижения автокорреляции в выходных потоках результатов сравнения [3].

Недостатком этого устройства является то, что в случае, если делимое  $x$  больше делителя  $y$ , устройство не обеспечивает достаточной точности вычисления пропорции вида

$$y = \frac{x}{y} \cdot z \quad (1)$$

20

5

10

15

Если же пытаться восполнить этот недостаток повторением числа испытаний,  $KZ$  раз, то тогда появляется новый недостаток — низкое быстродействие.

Цель изобретения — повышение точности и быстродействия.

Поставленная цель достигается тем, что делительно-множительное устройство, содержащее генератор псевдослучайных чисел, дополнительный счетчик делителя, генератор импульсов, выход которого соединен со входами генератора псевдослучайных чисел и дополнительного счетчика делителя, первый и второй блоки сравнения, первые входы которых подключены к выходу генератора псевдослучайных чисел, первый и второй блоки задания кодов чисел, группы выходов которых соединены с группами входов соответственно первого и второго блоков сравнения, первый и второй ключевые элементы, первые входы которых соединены с выходами соответственно первого и второго блоков сравнения, а вторые входы подключены к выходу дополнительного счетчика делителя, счетчик результата, информационный вход которого соединен с выходом первого ключевого элемента, третий ключевой элемент, первый вход которого соединен с выходом счетчика результата, а выход является выходом устройства, первый счетчик делителя, выход которого соединен со вторым входом третьего ключевого элемента, блок элементов И, группа выходов которого соединена с группой установочных входов первого счетчика делителя, третий блок задания кодов чисел, группа выходов которого соединена с группой входов блока элементов И, и выключатель, дополнительно содержит триггер, формирователь импульсов, второй счетчик делителя, первый и второй элементы ИЛИ, четвертый, пятый и шестой ключевые элементы, причем первые входы четвертого, пятого и шестого ключевых элементов подключены к выходу второго ключевого элемента, инверсный вход шестого ключевого элемента соединен с выходом первого ключевого элемента, а выход соединен с единичным входом триггера, нулевой вход которого соединен с выходом выключателя и первым входом второго элемента ИЛИ, нулевой выход соединен со вторым входом четвертого ключевого элемента, а единичный выход — со входом формирователя импульсов и вторым входом пятого ключевого элемента, выход формирователя импульсов соединен со вторым входом второго элемента ИЛИ, выход которого соединен с управляющими входами блока элементов И и счетчика результата, выход четвертого ключевого элемента соединен со входом второго счетчика делителя, выход которого соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход пятого ключевого элемента соединен со вторым входом первого элемента ИЛИ, выход кото-

рого соединен с информационным входом первого счетчика делителя.

На чертеже приведена блок-схема устройства.

5 Устройство содержит первый 1 и второй 2 блоки сравнения; третий 3, первый 4, второй 5, шестой 6, четвертый 7 и пятый 8 ключевые элементы; генератор 9 псевдослучайных чисел; триггер 10; второй счетчик 11 делителя; первый элемент ИЛИ 12; первый счетчик 13 делителя; счетчик результата 14; дополнительный счетчик 15 делителя; выключатель 16; формирователь 17 импульсов; второй элемент ИЛИ 18; первый 19 (для X) и второй 20 (для Y) блоки задания кодов чисел; генератор 21 импульсов; третий блок 22 задания кодов чисел (для Z); блок 23 элементов И. Выход генератора 21 импульсов соединен со входами генератора 9 псевдослучайных чисел, выходы которого соединены с первыми входами первого 1 и второго 2 блоков сравнения, и дополнительного счетчика 15 делителя, выходы которого соединены со вторыми входами первого 4 и второго 5 ключевых элементов. Первые входы элементов 4 и 5 соединены с выходами соответственно первого 1 и второго 2 блоков сравнения, вторые входы которых соединены с выходами соответственно первого 19 и второго 20 блоков задания кодов чисел. Выход первого ключевого элемента 4 соединен с инверсным входом шестого ключевого элемента 6 и информационным входом счетчика результата 14, выход которого соединен с первым входом третьего ключевого элемента 3. Выход второго ключевого элемента 5 соединен с первыми входами четвертого 7 пятого 8 и шестого 6 ключевых элементов. Выход шестого ключевого элемента 6 соединен с единичным входом триггера 10, нулевой вход которого соединен с выходом выключателя 16 и первым входом второго элемента ИЛИ 18. Единичный выход триггера 10 соединен со вторым входом пятого ключевого элемента 8 и входом формирователя 17 импульсов, выход которого соединен со вторым входом второго элемента ИЛИ 18. Выход второго элемента ИЛИ 18 соединен с управляющими входами счетчика 14 результата и блока 23 элементов И, группа входов которого соединена с группой выходов третьего блока 22 задания кодов чисел, а группа выходов соединена с группой установочных входов первого счетчика 13 делителя.

50 Нулевой выход триггера соединен со вторым входом четвертого ключевого элемента 7, выход которого соединен со входом второго счетчика 11 делителя. Выход второго счетчика 11 делителя соединен с первым входом первого элемента 12 ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом пятого ключевого элемента 8, а выход соединен с информационным входом первого счетчика 13 делителя, Выход первого счетчика 13 делителя соеди-

нен со вторым входом третьего ключевого элемента 3.

Устройство работает следующим образом.

С выхода генератора 21 импульсов импульсы опорной частоты поступают на вход генератора 9 псевдослучайных чисел и вход дополнительного счетчика 15 делителя.

Из блоков 19 и 20 задаются коды чисел  $X$  и  $Y$ , которые поступают на входы блоков 1 и 2 сравнения соответственно. Из блока 22 задается код числа  $Z$ , который поступает на группу входов блока 23 элементов И, второй счетчик 11 делителя имеет коэффициент пересчета равный  $k$  (задается исходя из условия достижения требуемой точности  $k \gg 1$ , обычно  $k \cong 10$ ). При замыкании выключателя 16 устройство устанавливается в исходное положение: триггер 10 и счетчик 14 результата устанавливаются в нуль, а в первый счетчик 13 делителя (сигналом, поступающим через элемент ИЛИ 18 на блок 23) записывается код числа  $Z$ . Импульсы опорной частоты переписываются в генераторе 9 все новые числа, которые блоками 1, 2 сравнения сравниваются с делимым  $x$  и делителем  $y$ .

Дополнительный счетчик 15 делителя подает на ключевые элементы 4, 5 импульсы тактовой частоты с целью снижения автокорреляции в выходных потоках результатов сравнения.

Результаты сравнения с ключевых элементов 4 и 5 поступают на ключевой элемент 6, кроме того, с ключевого элемента 5 результат сравнения поступает на ключевые элементы 7 и 8. На ключевом элементе 6 проверяется выполнение условия  $x \leq y$ . Так как сигнал на выходе элемента 6 появляется при наличии сигнала на его входе, соединенном с выходом элемента 5 и отсутствии сигнала на другом его входе, то такой элемент однозначно укажет момент времени  $t$  когда

$$y \geq R_t; \quad x < R_t.$$

Сигнал о выполнении данного условия поступает на единичный вход триггера 10. Этим сигналом триггер 10 устанавливается в единичное состояние. С нулевого выхода триггера 10 сигнал поступает на ключевой элемент 7 с момента пуска устройства до момента времени  $t$ , когда появляется сигнал о том, что  $x \leq y$ . Заметим, что сигнал на выходе элемента 6 может и не возникнуть, если  $x \geq y$ . Импульсы с выхода элемента 7 поступают на второй счетчик 11 делителя, коэффициент пересчета которого равен  $K$ , т.е. каждый  $k$ -ый импульс, пришедший на вход второго счетчика делителя 11, переполняет его и на его выходе возникает импульс, поступающий через элемент ИЛИ 12 на первый счетчик 13 делителя. Таким образом, на первый счетчик 13 делителя поступают импульсы с выхода элемента 5, число которых уменьшено в  $k$  раз.

Как уже отмечено, если  $x < y$  через  $t$  тактов ( $t_{\text{рег.}} = 2^{n-1}$ ) на выходе элемента 6 появится сигнал, который переключает триггер 10 в единичное состояние. При этом открывается для прохождения сигналов с выхода элемента 5 элемент 8 и закрывается элемент 7. Перепад потенциала на единичном выходе триггера 10 формирует формирователем 17 импульсов в импульс, который, проходя через элемент 18 ИЛИ, устанавливает счетчик 14 результата и первый счетчик 13 делителя в исходное положение. После этого на первом счетчике 13 делителя подсчитываются импульсы, сформированные на элементе 5. Счетчик 14 результата подсчитывает число единиц в потоке результата сравнения делимого до тех пор, пока в первом счетчике 13 делителя не наберется  $Z$  единиц в случае, если  $x \leq y$ , либо пока в счетчиках 11, 13 делителя не наберется  $k \cdot Z$  единиц в случае, если  $x > y$ .

После подсчета  $Z$  либо  $k \cdot Z$  единиц первый счетчик 13 делителя вырабатывает импульс, открывающий ключевой элемент 3 для выдачи результата вычисления.

Положительный эффект предлагаемого устройства по сравнению с известным состоит в повышении точности вычисления пропорции (1) при  $x > y$  либо в повышении скорости вычисления данной пропорции в среднем в  $k$  раз, где  $k$  — число опытов.

#### Формула изобретения

Вероятностное делительно-множительное устройство, содержащее генератор псевдослучайных чисел, дополнительный счетчик делителя, генератор импульсов, выход которого соединен со входами генератора псевдослучайных чисел и дополнительного счетчика делителя, первый и второй блоки сравнения, первые входы которых подключены к выходу генератора псевдослучайных чисел, первый и второй блоки задания кодов чисел, группы выходов которых соединены с группами входов соответственно первого и второго блоков сравнения, первый и второй ключевые элементы, первые входы которых соединены с выходами соответственно первого и второго блоков сравнения, а вторые входы подключены к выходу дополнительного счетчика делителя, счетчик результата, информационный вход которого соединен с выходом первого ключевого элемента, третий ключевой элемент, первый вход которого соединен с выходом счетчика результата, а выход является выходом устройства, первый счетчик делителя, выход которого соединен со вторым входом третьего ключевого элемента, блок элементов И, группа выходов которого соединена с группой установочных входов первого счетчика делителя, третий блок задания кодов чисел, группа выходов

которого соединена с группой входов блока элементов И, и выключатель, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и быстродействия, оно дополнительно содержит триггер, формирователь импульсов, второй счетчик делителя, первый и второй элементы ИЛИ, четвертый, пятый и шестой ключевые элементы, причем первые входы четвертого, пятого и шестого ключевых элементов подключены к выходу второго ключевого элемента, инверсный вход шестого ключевого элемента соединен с выходом первого ключевого элемента, а выход соединен с единичным входом триггера, нулевой вход которого соединен с выходом выключателя и первым входом второго элемента ИЛИ, нулевой выход соединен со вторым входом четвертого ключевого элемента, а единичный выход — со входом формирователя импульсов и вторым входом пятого ключевого элемента, выход формирователя импульсов соединен со

вторым входом второго элемента ИЛИ, выход которого соединен с управляющими входами блока элементов И и счетчика результата, выход четвертого ключевого элемента соединен со входом второго счетчика делителя, выход которого соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход пятого ключевого элемента соединен со вторым входом первого элемента ИЛИ, выход которого соединен с информационным входом первого счетчика делителя.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

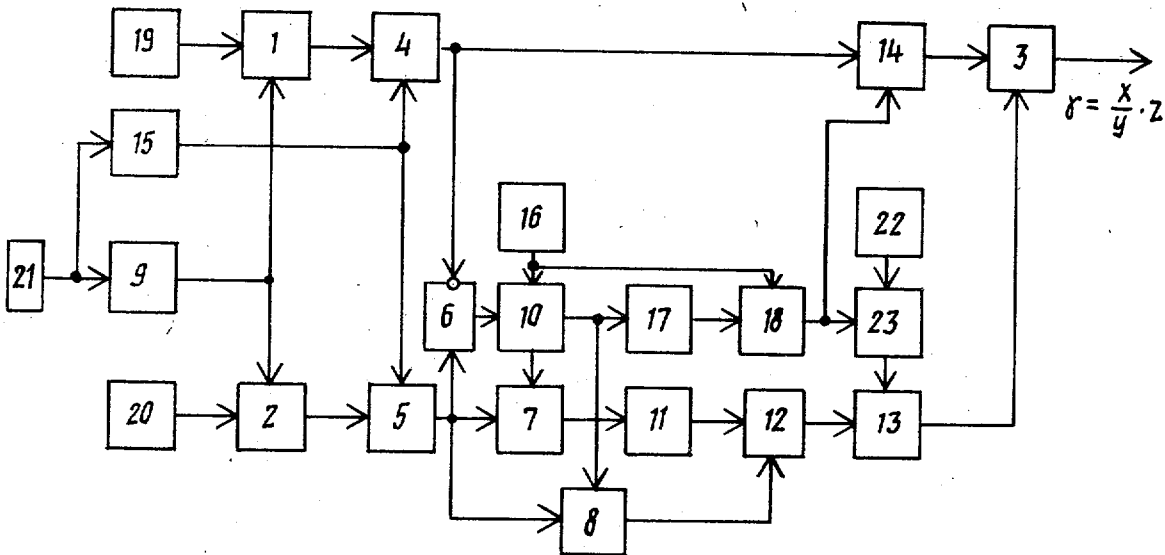
1. Гладкий В. С. Вероятностные вычислительные модели. М., «Наука» 1973, с. 48—51.

2. Авторское свидетельство СССР

№ 320810, кл. G 06 F 7/38, 1970.

3. Авторское свидетельство СССР

№ 544962, кл. G 06 F 7/38, 1977 (прототип).



Редактор Н. Кешеля  
Заказ 4077/76

Составитель О. Майоров  
Техред А. Бойкас  
Тираж 745

Корректор Н. Стец  
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4